

FOCUS DETECTING DEVICE AND IMAGE-PICKUP DEVICE

Publication number: JP2001124984

Publication date: 2001-05-11

Inventor: SUDA YASUO

Applicant: CANON KK

Classification:


- international: H04N5/232; G01C3/06; G02B7/28; G02B7/34; G02B27/10; G03B13/36; H04N5/232; G01C3/06; G02B7/28; G02B7/34; G02B27/10; G03B13/36; (IPC1-7): G01C3/06; G02B7/34; G03B13/36; H04N5/232

- European: G02B7/34

Application number: JP19990306815 19991028

Priority number(s): JP19990306815 19991028

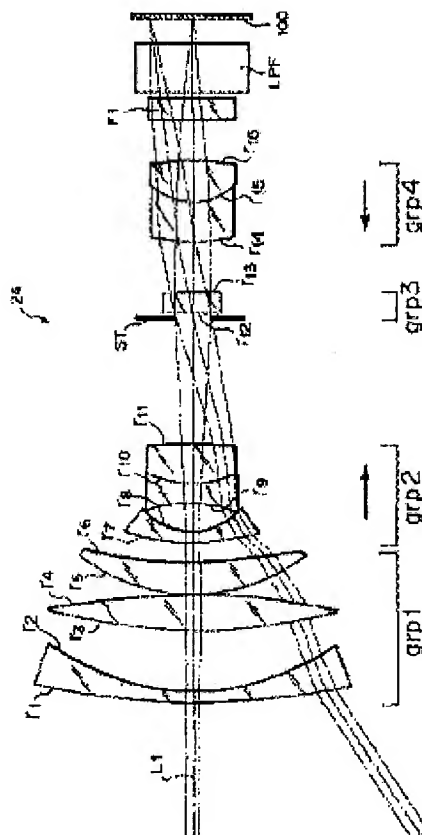
Also published as:

 US6933978 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2001124984

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a phase difference detection type focus detecting device, having an image-pickup device incorporated in it, so constituted that the quantity of light incident on an image-pickup element is nearly proportional to the aperture area of a stop and can detect large defocusing. **SOLUTION:** This focus detecting device is equipped with an image-forming lens, a solid-state image pickup element which obtains the photoelectric conversion output of luminous flux from a 1st area and the photoelectric conversion output of luminous flux from a second region of the exit pupil of the image-forming lens, a light shield means which is provided for the photographic lens and passes light through a third area included in the first region and a forth region included in the second region and shields areas other than the third region and 4th area, and an arithmetic means which detects the image formation state of the image forming lens according to the photoelectric conversion output of the solid-state image pickup element.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-124984

(P2001-124984A)

(43)公開日 平成13年5月11日(2001.5.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース*(参考)
G 0 2 B 7/34		H 0 4 N 5/232	H 2 F 1 1 2
G 0 3 B 13/36		G 0 1 C 3/06	P 2 H 0 1 1
H 0 4 N 5/232		G 0 2 B 7/11	C 2 H 0 5 1
// G 0 1 C 3/06		G 0 3 B 3/00	A 5 C 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 21 頁)

(21)出願番号	特願平11-306815	(71)出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22)出願日	平成11年10月28日(1999. 10. 28)	(72)発明者	須田 康夫 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ ノン株式会社内
		(74)代理人	100065385 弁理士 山下 稔平

最終頁に続く

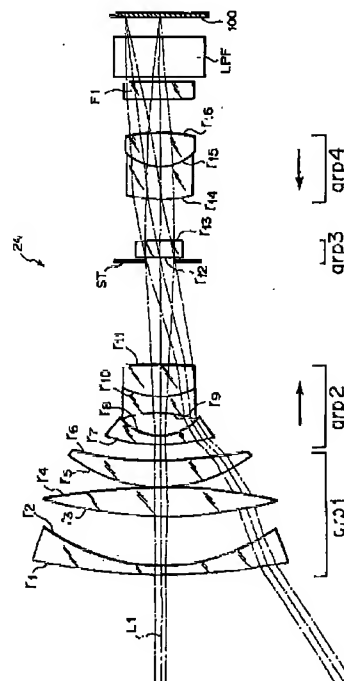
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 焦点検出装置と撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 撮像素子への入射光量が、絞りの開口面積に
おおよそ比例するように構成し、しかも、大デフォーカ
スを検知することが可能な、撮像装置組立型の位相差検
出方式の焦点検出装置を提供することである。

【解決手段】 焦点検出装置において、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記撮影レンズに設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、前記結像レンズの射出瞳の第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記結像レンズの光路中に設けられる前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記結像レンズの光路中に設けられる前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことを特徴とする焦点検出装置。

【請求項2】 前記結像レンズは、正の第1群と、負の第2群と、正の第3群と、負と正の接合レンズの第4群とからなり、前記遮光手段は、前記第3群に含まれることを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項3】 前記遮光手段は、一ポジションで少なくとも1つの開口と少なくとも2つの開口とを備え、前記複数の開口を切り替えて遮光度合いを変化させることを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項4】 前記遮光手段は複数枚の遮光板を設け、少なくとも1枚は一つの開口部を有し、少なくとも一つは一ポジションで2つの開口部を有することを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項5】 前記固体撮像素子は、少なくとも2つの光電変換部と、前記光電変換部の電荷を転送する転送スイッチと、前記2つの光電変換部の電荷を加算或いは個別に転送するフローティングディフュージョン部と、該フローティングディフュージョン部の電荷を電流変換・増幅して出力線に出力するアンプとを備えたことを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項6】 前記固体撮像素子は、2つの光電変換部とそれぞれ転送スイッチを介して前記2つの光電変換部の光電荷を読み出すアンプとを備え、前記遮光手段の前記第三の領域と前記第四の領域を通過した光束をそれぞれ前記光電変換部で読み出すことを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項7】 固体撮像素子は、マトリクス状に複数個配置され、マトリクス状の前記固体撮像素子の各画素には少なくとも2つの光電変換部を備え且つ各画素毎にマイクロレンズを備えていることを特徴とする請求項1に記載の焦点検出装置。

【請求項8】 結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記結像レンズの光路中に設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する

演算手段と、前記複数群の結像レンズの位置を変更可能なズーム機構とを備えたことを特徴とする撮像装置。

【請求項9】 前記遮光手段は、一ポジションで少なくとも1つの開口と少なくとも2つの開口とを備え、前記複数の開口を切り替えて遮光度合いを変化させ、前記固体撮像素子は、マトリクス状に複数個配置され、マトリクス状の前記固体撮像素子の各画素には少なくとも2つの光電変換部を備え且つ各画素毎にマイクロレンズを備えていることを特徴とする請求項8に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フィルムカメラ、デジタルカラーカメラ等に用いられる焦点検出装置及びその焦点検出装置を内蔵した撮像装置の改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】デジタルカラーカメラでは、レリーズボタンの押下に応動して、CCDやCMOSセンサなどの固体撮像素子に被写界像を所望の時間露光し、これより得られた1つの画面の静止画像を表わす画像信号をデジタル信号に変換して、YC処理などの所定の画像信号処理を施して、所定の形式の画像信号を得る。

【0003】撮像された画像を表わすデジタルの画像信号は、それぞれのフレームの画像毎に、半導体メモリに記録される。記録された画像信号は、随時読み出されて表示または印刷可能な信号に再生され、モニタなどに出力されて表示される。

【0004】撮像した画像信号をリアルタイムに画像表示する場合には、半導体メモリに格納せずに表示することも可能であり、動的的に随時変化する画像を表示することは可能であるが、静止画を表示しようとする場合には、VRAM等の半導体メモリに画像信号を一時的に格納して、その半導体メモリの画像信号を読み出して、静止画を表示し、液晶ディスプレイ等のモニタに表示する。従って、静止画を複数枚撮像して、後刻に再生・表示したり、印刷プリントしようとする場合には、画像信号をフラッシュメモリやEEPROM等の消去可能なプログラムROMやメモリスティックやメモリカード等を備えて、一時的に格納したVRAMの画像信号を半永久的な半導体メモリやメモリテープ等に格納する構成としている。

【0005】しかしながら、デジタルカラーカメラにおいて、高画質の画像を取得する場合には、撮像時点でのもっと重要な要素が要求されている。すなわち、撮像時点での焦点検出手段であり、被写体に焦点を合わせたレンズの位置合わせである。

【0006】従来より、デジタルカラーカメラには、コントラスト検出方式の焦点検出装置が用いられている。コントラスト検出方式とは、撮像光学系によって形成された物体像の先鋭度を、固体撮像素子の出力を所定の関

数で評価することによって求め、関数値が極値をとるように、撮像光学系の光軸上の位置を調節するものである。評価関数としては、隣接する輝度信号の差の絶対値を焦点検出領域内で加算するものや、隣接する輝度信号の差の2乗を焦点検出領域内で加算するもの、あるいはR、G、Bの各画像信号について隣接する信号の差を同様に処理するもの等がある。

【0007】一般に、このようなコントラスト検出方式の焦点検出装置においては、撮像光学系の光軸上の位置を僅かに移動させながら評価関数値を求めていくため、評価関数処理時間が必要になり、合焦するまでの焦点調節に時間がかかるという問題がある。

【0008】また、USP4,410,804に開示されているように、一対あるいは二対の受光部を、2次元的に配列したマイクロレンズアレイ毎に設け、このマイクロレンズによって、受光部を撮像光学系の瞳に投影することで、瞳を分割する、いわゆる位相差検出方式の焦点検出装置を組み込んだ撮像装置もある。位相差検出方式とは、撮像光学系の瞳の異なる部分を通して2光束を用いて、物体像をそれぞれ形成し、二つの物体像間の位置的位相差を撮像素子の出力に基づいて検出し、これを撮像光学系のデフォーカス量に換算するものである。

【0009】位相差検出方式の焦点検出装置では、デフォーカス量を求めることができるので、コントラスト検出方式に比して、合焦するまでの時間を大幅に短縮することができるという利点がある。

【0010】このUSP4,410,804に開示されている構造の固体撮像素子にあっては、撮像光学系の瞳の一部分を通った光束で形成される一対あるいは二対の画像を形成するために、マイクロレンズアレイを用いている。各マイクロレンズのパワーは、撮像素子の各受光部を撮像光学系24の射出瞳に投影するように設定され、撮像素子の各受光部と射出瞳とは共役関係にある。

【0011】このとき、受光部に入射する光量と撮像光学系の絞りの開度との関係を線形にするためには、各受光部の投影像が、撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるような投影倍率を選べばよい。こうすれば、被写体輝度、撮像素子の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で、絞り値とシャッター速度を算出することができる。すなわち、入射光量が絞りの開口面積に比例するようになり、APEX方式(Additive System of Photographic Exposure)の演算が成り立つ。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】ところが、デフォーカスした状態では、分割された瞳の形状がボケ像に重畳するために、大デフォーカスを検知し難いという問題がある。

【0013】また、この方式におけるデフォーカス量の検出誤差を大きくする他の要因として、マイクロレンズ

の製造誤差が挙げられる。前述のように、マイクロレンズは受光部を撮像光学系の射出瞳に投影している。仮に、この投影位置が画素でバラバラであると、デフォーカス時の位相シフト量が画素毎に異なることになってしまう。この影響はデフォーカス量が大きいほど深刻である。しかしながら、マイクロレンズは非常に微細であるために、実際にはある程度の製造ばらつきを許容せざるを得ない。

【0014】したがって、本発明に係る第1の目的は、撮像素子への入射光量が、絞りの開口面積におおよそ比例するように構成し、しかも、大デフォーカスを検知することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式の焦点検出装置を提供することである。

【0015】本発明に係る第2の目的は、光電変換素子に設けるマイクロレンズの製造誤差をある程度許容することが可能な、撮像装置の組込型の位相差検出方式の焦点検出装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明の焦点検出装置は、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記撮影レンズに設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことにより、撮像素子への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例するように成し、しかも、大デフォーカスを検知することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式焦点検出装置を実現するものである。

【0017】さらには、マイクロレンズの製造誤差をある程度許容することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式の焦点検出装置を実現するものである。

【0018】また、前記焦点検出装置において、前記結像レンズは、正の第1群と、負の第2群と、正の第3群と、負と正の接合レンズの第4群とからなり、前記遮光手段は、前記第3群に含まれることを特徴とする。また、前記遮光手段は、一ポジションで少なくとも1つの開口と少なくとも2つの開口とを備え、前記複数の開口を切り替えて遮光度合いを変化させることを特徴とする。また、前記遮光手段は複数枚の遮光板を設け、少なくとも1枚は一つの開口部を有し、少なくとも一つは一ポジションで2つの開口部を有することを特徴とする。

【0019】また、本発明は、撮像装置において、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記結像レンズの間に設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過さ

せ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段と、前記結像レンズの位置を変更可能なズーム機構とを備えたことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明による実施形態について、図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0021】〔第1の実施形態〕まず、本発明の第1の実施形態に用いる撮像光学系について説明する。

【0022】図1は、本発明の撮像光学系の構成図であって、固体撮像素子を用いるデジタルカラーカメラのズーム光学系である。同図の左手側が被写体の物体側、右手が像面側となっている。同図において、撮像光学系24は、レンズ面r1、r2を有する負レンズ、レンズ面r3、r4を有する正レンズ、レンズ面r5、r6を有する正レンズからなる正の第1群(grp1)、つぎに、レンズ面r7、r8を有する負レンズ、レンズ面r9、r10、r11を有する負と正の接合レンズからなる負の第2群(grp2)、絞りST、レンズ面r12、r13を有する正レンズからなる正の第3群(grp3)、レンズ面r14、r15、r16を有する負と正の接合レンズからなる第4群(grp4)により構成される。また、F1は赤外線(IR)カットフィルター、LPFは光学ローパスフィルター、100は撮像素子を2次元状に配置した撮像面を有する撮像装置、L1は撮像光学系24の光軸である。

【0023】また、図1中に矢印で示すように、ズームによって焦点距離が、広角から望遠に向かうに従い、負の第2群grp2が像面100側へ、正の第4群grp4が被写体の物体側へと相互に反対側に同時に動く。

【0024】撮像光学系24は、図示しないレンズ駆動機構を持ち、モーターとギア列を用いて、負の第2群grp2を光軸方向に移動させて、物体像が撮像素子100上でピントを結ぶように焦点調節する。

【0025】図2は撮像装置100の斜視図である。図において、201は撮像光学系24のうち、絞りSTよりも物体側にある第1群(grp1)と第2群(grp2)とをまとめて示した前方レンズ群、202は撮像光学系24のうち、絞りSTよりも像面側にある第3群(grp3)、第4群(grp4)、光学ローパスフィルターLPFをまとめて示した後方レンズ群であり、絞りSTの開口を通過した光束によって撮像素子100上に物体像を形成する。絞りSTは軸L2を中心にして回転し、不図示のモーターの駆動力によって、90度毎に位置する選択的に選択できる4つのポジションをとる。また、絞りSTには204から208で示した5つの開口が設けられ、開口204、205、206は撮像のための開口、開口207と208は大デフォーカス検出用

開口である。

【0026】次に、本発明に用いる撮像素子100について説明する。

【0027】撮像素子100は、増幅型固体撮像装置の1つであるCMOSプロセスコンパチブルの光電変換用センサ(以降、CMOSセンサと略す)である。このタイプのセンサはIEEE TRANSACTIONS ON ELECTRONIC DEVICES, VOL.41, PP.452-453, 1994などの文献で発表されている。

【0028】CMOSセンサの特長の1つに、受光部のMOSトランジスタと、垂直・水平走査回路やシェーディング補正回路、クランプ回路或いはA/D変換回路、信号処理回路等の周辺回路のMOSトランジスタを同一工程で形成できるため、マスク枚数、プロセス工程がCCDと比較して大幅に削減できるということが挙げられる。

【0029】この特長を生かし、本発明では1画素に2つの光電変換部を構成し、従来各光電変換部毎に設けていたフローティングディフュージョン領域(以降、FD領域)とソースフォロワアンプを、2つの光電変換部に1個だけ形成し、2つの光電変換領域を転送用MOSトランジスタスイッチを介してそのFD領域に接続している。

【0030】したがって、2つの光電変換部の電荷を同時、または、別々にフローティングディフュージョン部へ転送でき、FD領域に接続した転送MOSトランジスタのタイミングだけで、2つの光電変換部の信号電荷の加算、非加算を簡単に行うことができる。この構造を利用して、撮像光学系の射出瞳全体からの光束による光電変換出力を行う第1の出力モードと、撮像レンズの射出瞳の一部からの光束による光電変換出力を行う第2の出力モードとを切り替え可能としている。画素レベルで信号の加算を行う第1の出力モードでは、信号を読み出した後で加算する方式に比べてノイズの少ない信号を得ることができる。

【0031】図3は、撮像素子100内のエリアセンサ部の回路構成図である。同図は、2列×2行画素の2次元エリアセンサを示したものであるが、実際は、図4に示すように1920列×1080行等と画素数を多くし、実用的な解像度を得る。なお、図4に示す61から67は後述する焦点検出領域である。焦点検出領域を縦型に配置して、被写体のヒトなどの縦長の物体内の輝度分布を捉えやすくしている。

【0032】図3において、1および51はMOSトランジスタゲートとゲート下の空乏層からなるフォトダイオード的な第1、第2光電変換部、2および52は図上キャパシタの記号を付したフォトゲート、3および53は第1、第2光電変換部1、51の光電変換による電荷を転送する転送スイッチMOSトランジスタ、4はフローティングディフュージョン部FDの電荷をリセットするリセット用MOSトランジスタ、5はフローティング

ディフュージョン部FDの電荷をソースフォロワ型で電圧変換して増幅するソースフォロワアンプMOSトランジスタ、6は水平走査部16からのパルスφS0で画素選択する垂直選択スイッチMOSトランジスタ、7はソースフォロワ型で増幅するソースフォロワアンプMOSトランジスタ5の負荷となる負荷MOSトランジスタ、8はフローティングディフュージョン部FDの暗時電荷を転送する暗出力転送MOSトランジスタ、9はフローティングディフュージョン部FDの撮像時の蓄積電荷を明出力とする明出力転送MOSトランジスタ、10は暗出力転送MOSトランジスタ8のオンにより暗出力を蓄積する暗出力蓄積容量 C_{TN} 、11は明出力転送MOSトランジスタ9のオンにより暗出力を蓄積する明出力蓄積容量 C_{TS} 、12および54は垂直走査部15からの制御パルスによってオン/オフする垂直転送MOSトランジスタ、13および55は垂直出力線をリセットする垂直出力線リセットMOSトランジスタ、14は明出力と暗出力との差を出力する差動出力アンプ、15は垂直転送MOSトランジスタ12、54を制御するパルスを出力する垂直走査部、16は第1、第2光電変換部1、51の電荷を読み出す転送パルス、リセットパルス、トリガパルス、選択パルス outputs する水平走査部である。

【0033】図5に受光部（例えば、図3の30-1）の断面図を示す。なお、受光部30-21、30-12、30-22等も同一の構造である。

【0034】図5において、17はP型ウェル、18、58はゲート酸化膜、19、59は一層目ポリSi、20、50は二層目ポリSi、21は n^+ フローティングディフュージョン領域である。また、図3と同一部分には同一番号を付している。例えば、第1、第2光電変換部1、51、フォトゲート2、52、リセット用MOSトランジスタ4、ソースフォロワアンプMOSトランジスタ5、垂直選択スイッチMOSトランジスタ6、負荷MOSトランジスタ7である。

【0035】FD領域21は転送MOSトランジスタ3、53を介して第1光電変換部1および第2光電変換部51と接続される。なお、図5では、第1光電変換部1と第2光電変換部51を離して描いたが、実際にはその境界部は極めて小さく、実用上は第1光電変換部1と第2光電変換部51は接しているとみなして良い。以降、隣接した第1光電変換部と第2光電変換部をひとまとめにして受光部と呼ぶことにする。

【0036】また、22は特定の波長域の光を透過するカラーフィルター、23は撮像光学系24からの光束を効率的に第1、第2光電変換部に導くためのマイクロレンズである。

【0037】図6は画素とカラーフィルターの配置を示す平面図である。ここでは4列×4行のみを抜き出して示している。受光部とMOSトランジスタを含む各画素はほぼ正方形にレイアウトされ、格子状に隣接して配置

されている。図3を用いて、先に説明した受光部30-21、30-22、30-11、30-12は画素70-11、70-21、70-12、70-22内に位置し、ここではエリアセンサ部72-11、72-21、72-12、72-22として表している。また、各画素70は、受光部30とリセットMOSトランジスタ4と、ソースフォロワアンプMOSトランジスタ5、垂直選択スイッチMOSトランジスタ6を含んでいる。

【0038】また、このエリアセンサ部72は、各画素にR（赤色）G（緑色）B（青色）のカラーフィルター22を交互に配して、それぞれのカラーフィルター22上にマイクロレンズ23を配置し、4画素が一組となる所謂ベイヤー配列を形成している。ベイヤー配列では、観察者が画像を見たときに強く感じやすいGの画素をRやBの画素よりも多く配置する事で、視覚的に総合的な像性能を上げている。一般に、この方式の撮像素子では、輝度信号は主にGから生成し、色信号はR、G、Bから生成する。

【0039】前述したように1画素はそれぞれ2つの光電変換部を有している。図6に付した、R、G、Bは赤色、緑色、青色のカラーフィルターを備えた光電変換部であることを、RGBに続く1あるいは2は、第1光電変換部か第2光電変換部かの区別を表している。例えば、R1は赤色カラーフィルターを備えた第1光電変換部であり、G2は緑色カラーフィルターを備えた第2光電変換部を意味する。

【0040】さらに、各画素において受光部の占める割合はおおよそ数10%程度であって、いわゆる開口度も数10%程度となり、撮像光学系24から射出した光束を有効に利用するためには、各受光部毎に集光用レンズを設けて、受光部以外に到達しようとする光を受光部に偏向することが必要となる。

【0041】図7はこのために撮像素子前面に設けたマイクロレンズと受光部との位置関係を示す平面図である。マイクロレンズ71-11から71-44はそれぞれ受光部の中心と光軸とが、おおよそ一致した軸対称型の球面レンズあるいは非球面レンズであって、各々矩形の有効部を持ち、光入射側を凸形状として格子状に密に並べられている。図8はこのマイクロレンズを斜めから見た表面状態を表す図である。マイクロレンズは各第1光電変換部と第2光電変換部とを一对として一つを形成して、XYマトリクス状に形成されて、被写体の画像を集束して効率よく集光している。

【0042】次に、このマイクロレンズの作用について詳述する。

【0043】図9はエリアセンサ部の断面図である。撮像光学系24は図の左側に位置し、撮像光学系24を射出した光束は、IRカットフィルターF1、光学ローパスフィルターLPFを通して、先ずマイクロレンズ71-11、71-21、71-31、71-41に入射す

る。各マイクロレンズの後方にはカラーフィルター22G, R, G, Rが配置され、ここで所望の波長域のみが選択されて、受光部72-11から72-41の各受光部に到達する。カラーフィルター22は図6を用いて説明したようにベイヤー配列を構成しており、RGBの3種がある。また、ベイヤー配列であることから、断面に現れるのはこのうちの2種であって、22Gが緑色透過カラーフィルター、22Rが赤色透過カラーフィルターである。また、他の列方向又は行方向の断面には、22Gが緑色透過カラーフィルター、22Bが青色透過カラーフィルターが配置されている。

【0044】各マイクロレンズの拡大率であるパワーは、撮像素子の各受光部を撮像光学系24の射出瞳に投影するように設定されている。このとき、各受光部の投影像が撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるように投影倍率を設定し、受光部に入射する光量と撮像光学系の絞りSTの開度との関係をおおよそ線形にする。こうすれば、被写体輝度、撮像素子の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で絞り値とシャッター速度を算出することができる。つまり、入射光量が絞りの開口面積に比例するようになり、APEX方式の演算が成り立つ。フィルムカメラと同じように一般の露出計を用いて露光量を算出することができて、撮影操作は極めて容易である。また、こうしてAPEX方式の演算も簡易となり、演算処理時間も少なくて済み、撮像装置組込型の位相差検出方式による焦点検出装置として次のことを含めて提供できる。

【0045】また、焦点検出のための光束が絞りSTの開度に応じて変化するために、撮像光束と焦点検出光束は常に一致し、合焦検出結果は収差レベルで撮像光学系の実際の最良解像位置によく合致すると言う利点がある。撮像光学系24によって形成された物体像がマイクロレンズ上に位置するとき、撮像素子100から得られる画像は最もシャープになる。

【0046】なお、撮像光学系24は主光線の撮像素子への入射角が0度となるようにテレセントリック系とするのがマイクロレンズによる瞳投影精度の点で望ましいが、小型化、ズーム比の高倍率化の要求から完全なテレセントリック系にならない場合もある。この際には、マイクロレンズと受光部とを僅かに偏心させ、偏心量を撮像光学系の光軸から受光部までの距離の関数とすればよい。一般には、この偏心量を距離に応じて単調に増加させれば、画面周辺の受光部も撮像光学系24の射出瞳上に正しく投影できるようになる。

【0047】図10(a), (b)はマイクロレンズの焦点検出機能としての役割の理解を容易にするために、図9に示した受光部72-11について、第1光電変換部に入射する光束と、第2光電変換部に入射する光束のそれぞれを分けて示した図である。図10(a),

(b)で、マイクロレンズ71-11とカラーフィルタ

-22Gとは同一で、第1光電変換部G1と第2光電変換部G2とを示している。第1光電変換部に入射する光束を示す図10(a)では、図の下方からの光束が第1光電変換部G1に入射し、第2光電変換部に入射する光束を示す図10(b)では、図の上方からの光束が第2光電変換部G2に入射していることが分かる。

【0048】したがって、撮像素子全体では第2光電変換部に入射する光束は図11に示すようになる。エリアセンサ部100のいずれの位置に入射する光束も、絞りSTの上半分を通過する光束である。一方、エリアセンサ部100の撮像素子全体の第1光電変換部に入射する光束は撮像レンズの光軸L1を対称軸として上下を反転したものとして考えればよい。すなわち、射出瞳の分割の様子は、図12のようになる。図において、210は絞りSTが図2における開放状態204の時の撮像光学系24の射出瞳であって、絞りSTの開口204を後方レンズ群202を通して見た虚像である。また、図上下側の211は撮像素子100の第1光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第一の領域、図上上側の212は撮像素子100の第2光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第二の領域である。

【0049】また、図12の215, 216は絞りSTを絞り込んだときの射出瞳であって、図2に示した絞りSTの開口205, 206を後方レンズ群202を通して見た虚像である。絞りSTを絞り込んだときは、開口207, 208の場合に示すように、第一の領域211と第二の領域212のそれぞれが絞り込みの状態に応じて小さくなるが、第1光電変換部から得られた画像信号と第2光電変換部から得られた画像信号は、何れも撮像光学系24の射出瞳をほぼ2分割した半光束から形成される。

【0050】以上のような光学系にあっては、例えば撮像素子100よりも手前に物体像が焦点を結ぶように形成されているとき、射出瞳の上側を通る半光束は撮像素子100上で下側にシフトし、射出瞳の下側を通る半光束は上側にシフトする。つまり、撮像光学系24の瞳の半分ずつを通った光束で形成される一対の画像信号は物体像の結像状態に応じて図6, 図7, 図9の上下方向に位相がシフトしたものとなる。

【0051】撮像素子を用いて画像情報を取り込む場合、その離散的な像のサンプリングに起因して、物体上の空間的輝度分布の高周波成分に対して、その周波数とは別の低周波の「折り返しノイズ」と呼ばれるノイズ画像が発生する。これはデジタルカラーカメラでは、いわゆる「色モワレ」となる。さらに、撮像素子の出力を用いて位相差検出方式の焦点検出を行う際には、この「折り返しノイズ」があると物体像の位相情報が画像出力に正しく反映されないことから、デフォーカス量の検出精度を劣化させる。

【0052】ここで用いる撮像素子100の画素のピッ

チをPとすると、図13に示すように、緑色透過カラーフィルター(G)を備えた画素のピッチは上下左右方向にそれぞれ2P、対角方向に $\sqrt{2}P$ 、また、青色透過カラーフィルター(B)を備えた画素のピッチと赤色透過カラーフィルター(R)を備えた画素のピッチは上下左右方向にそれぞれ2P、対角方向に $\sqrt{2}P$ である。さらに、焦点検出に用いる縦方向のG同士間、B同士間、R同士間の画素ピッチはいずれも2Pである。

【0053】仮にピッチ $P=0.01\text{mm}$ と想定し、上下左右方向に対して考えると、ナイキスト周波数 ν_n は $\nu_n=1/(2\times 2P)=25$ である。一方、撮像素子100のレスポンス特性は、R、G、B共に図14に示すようになる。同図において、横軸が空間周波数(本/mm)、縦軸がレスポンスであり、レスポンスがナイキスト周波数を超えた高周波側の持ち上がりが「折り返しノイズ」である。

【0054】こういった不具合を防ぐために、物体の高周波成分が光学像レベルで撮像素子に至らないようにする必要がある。「折り返しノイズ」の発生を抑えるために、水晶より成る光学ローパスフィルターLPFを撮像光学系24と撮像素子100との間に配置し、ナイキスト周波数 ν_n で、結像レンズのMTF(Modulation Transfer Function, 変調伝達関数)が0に近づくように、光学ローパスフィルターLPFの特性を設定すれば、ほぼこの目的は達せられる。

【0055】ただし、水晶の複屈折特性を利用した光学ローパスフィルターLPFでは、必ずしもナイキスト周波数 ν_n でMTFが0になるとは限らないので、焦点検出のために有害な高い周波数成分を取り込むこともある。しかしながら、RとBの像のサンプリングは半ピッチシフトしていること、GについてはRとBの関係のように半ピッチシフトした系列があることから、R、B、それにGの2つの系列のそれぞれに焦点検出出力を求め、これらを平均すれば、十分な焦点検出精度を得ることが可能である。

【0056】さらには、ピント(焦点)が合っているときには、一対の信号に均等に位相エラーが乗るため、この現象が生じても焦点検出誤差にはならない。このことは、仮に一つの焦点検出出力しか得られず、平均することができなかった場合でも、最終的なピントだけは保証できることを意味している。

【0057】また、このような光学ローパスフィルターの特性として、平行平板である光学ローパスフィルターLPFに入射した一本の光線は、二本に分離した平行光線として射出する。入射光と射出光が平行であれば、マイクロレンズによる各受光部の撮像光学系24の射出瞳への投影は2P程度のボケを生じるだけで、実際上問題にならない。

【0058】なお、光学ローパスフィルターに入射した一本の光線が、拡散して射出するタイプの光学ローパス

フィルターも知られているが、このタイプでは入射光と射出光が平行でないので、マイクロレンズによる各受光部の撮像光学系24の射出瞳への投影は大きく崩れてしまい、焦点検出系は機能しない。

【0059】図15は、撮像素子100の周辺回路を含む内部構成を示したブロック図である。撮像素子100内には、タイミング発生部101、エリアセンサ部102、画素の出力を選択する垂直走査部103および水平走査部104、アナログ信号処理部105、アナログ/デジタル変換を行うA/D変換部106、デジタル化された信号を出力信号に変換するデジタル信号処理部107、デジタル画像信号を外部に出力し、また外部からのコマンドデータを受け取るインターフェイス(IF)部108が設けられている。

【0060】図15において、エリアセンサ部102は上述したCMOSセンサである。図3に示す第1、第2光電変換部を有して1つのソースフォロワ型のソースフォロワアンプMOSトランジスタ5を備えている。

【0061】また、タイミング発生部101は、外部からの基準周波数であるマスタークロックを元に、各画素で光電変換された画像信号を読み出すためのタイミング信号を発生し、垂直および水平走査部103、104が、このタイミング信号に従って所要の走査制御を行って、各画素内で光電変換された電荷を読み出す。なお、タイミング発生部101から垂直同期信号と水平同期信号を外部に出力し、撮像素子外でタイミング信号が必要なシステム用に、同期信号を供給する。

【0062】また、アナログ信号処理部105はエリアセンサ部102から読み出された画像信号をノイズ低減処理、増幅処理、ガンマ処理、クランプ処理してA/D変換部106に出力するためのものである。A/D変換部106はこの画像信号をデジタル信号に変換して出力し、デジタル信号処理部107は、A/D変換部106にてデジタル変換された画像信号を画像RAMメモリ等を用いて表示可能な画像信号に処理して、インターフェイス部108に出力する。

【0063】また、インターフェイス部108はデジタル信号処理部107から出力されるデジタル画像信号を撮像素子100の外部に出力する。

【0064】また、撮像素子100は、外部からコマンド対応で撮像素子100のモードや出力信号形態、信号出力タイミングなどをコントロールでき、外部からインターフェイス部108に所要のコマンドを与えると、インターフェイス部108が受けたコマンド対応の制御を行うように、例えば焦点検出のためにエリアセンサ部102への読み出しタイミングの制御のため垂直および水平走査部103、104を制御等の各構成要素を制御する。

【0065】撮像素子100は撮像レンズの射出瞳全体からの光束による光電変換出力を行う第1の出力モード

と、撮像レンズの射出瞳の一部からの光束による光電変換出力を行う第2の出力モードとを切り替え可能である。

【0066】次に、焦点検出用の画像出力について説明する。図9、図10、図11を用いて説明したように、焦点検出用画像は第2の出力モードによって形成された一対の物体像を実質的に同一タイミングで光電変換し、第1の光電変換部からの画像信号と第2光電変換部からの画像信号とに分けて独立に出力したものである。

【0067】焦点検出領域に投影されている物体像がデフォーカスしていると、これらの画像信号は瞳の分割方向に位相がシフトしたものとなる。したがって、焦点検出領域を撮像光学系の瞳の分割方向を長手方向とした長方形にすれば、長く連続した画像信号を用いて位相シフト量を検出することによって、よりシフト量検出の正確さを増すことができる。

【0068】焦点検出用画像を簡単に得るため、先に説明したデジタル信号処理部107のコマンドの一つとして出力位置指定コマンドを用意する。図16に信号処理107e, ..., nとして示したのが出力位置指定コマンドであって、エリアセンサ部102の撮像領域のうち、図4に示した垂直方向に長方形の焦点検出領域61から67の何れか、あるいは、これらの組み合わせを指定する。また、あらかじめ定められた焦点検出領域から選択するのではなく、トラックボールなどのポインティングデバイスを用意することにより、操作制御部に備えたCPUに指示を出すことにより、CPUの制御機能により、数100程度の焦点検出領域から幾つかを任意に指定するようにしてもよい。

【0069】その指定された特定領域を含むラインについては、焦点検出用として電荷蓄積レベルが最適化された画像を出力するように構成する。焦点検出領域内で適切な信号レベルを得るため、焦点検出領域別に、図2に示した絞りと共に、電子シャッタ設定を行う。CCD型の撮像素子は全ての画素の電荷蓄積時間が同じであるが、撮像素子100はCMOSセンサの特長を生かして、画素単位、あるいはライン単位、あるいはブロック単位での読み出しを行う構造をとることが容易にでき、さらに、蓄積時間の始まりと終りを単位毎に異ならせることができる。ここでは垂直ライン単位に電荷蓄積時間を変えるものとし、焦点検出領域内の画像がA/D変換レンジを有効に使えるようにする。

【0070】図17を用いて電子シャッタ機能を説明する。画面を図17(a)のように垂直ライン順次で画素を読み出す場合は、図17(b)に示すように、まず最初の1列に各画素に蓄積されている無効電荷を、上向き矢印で示す画素リセット時にリセットし、有効蓄積動作を開始する。斜線で示す時の一定時間経過の後に下向き矢印で示す画素読み出し時に画素を読み出して、次段の信号処理部に画像信号を与える。次に2列、3列、...

同様に走査される。有効蓄積動作は、垂直ライン毎にタイミングが異なるが、蓄積時間は実質的に同一である。

【0071】画面全体について、電荷蓄積時間を短くする場合、図17(c)に示すように無効電荷をリセットする画素リセットのタイミングを、時間的に後ろにずらすことで、有効蓄積動作時間を短縮でき、電子シャッタ動作がなされる。この動作は、インターフェイス部108が受けた電子シャッタコマンドで、タイミング発生部101のモードを切り替えればよい。

【0072】また、垂直ライン単位で有効蓄積動作時間を設定する場合は、図17(d)のようになる。図17(d)は、仮に焦点検出領域が2列目にあるとして、2列目の信号レベルを適切にすべく有効蓄積時間を他のラインとは異ならせた例である。

【0073】なお、このようにして得られた焦点検出用画像は、前述のように第2の出力モードによる半光束ずつの一対の画像であって、しかも、他のラインとは蓄積時間が異なるものとなるが、信号処理上これらを加算して、さらに蓄積時間の差を打ち消すようなゲインを掛ければ、他のラインと同一条件の情報を信号処理上で簡易的に作成することができる。したがって、撮像した画像をモニターに表示する場合には、このような処理を加えることによって、焦点検出を行いつつ、画面全体の情報を得ることが可能である。

【0074】では次に、図5、図3に戻って、撮像素子の電荷蓄積動作の詳細を述べる。

【0075】まず、フォトゲート2、52の下に空乏層を拡げるため制御パルス ϕ_{PG0} (奇数行)、 ϕ_{PGe} (偶数行)に正の電圧を印加する。FD部21は蓄積中、ブルーミング防止のため制御パルス ϕ_{R0} をハイにして電圧 V_{DD} に固定しておく。光子 $h\nu$ が照射されフォトゲート2、52の下でキャリアが発生すると、フォトゲート2、52の下に空乏層中に電子が蓄積されていき、正孔はP型ウェル17を通して排出される。

【0076】光電変換部1とFD部21の間には転送MOSTランジスタ3によるエネルギー障壁が、光電変換部51とFD部21の間には転送MOSTランジスタ53によるエネルギー障壁がそれぞれ形成されている。このため、光電荷蓄積中は電子はフォトゲート2、52の下に存在する。この後、水平走査部16を走査させ、同様に他行の光電変換部1、光電変換部51に電荷蓄積動作を行えば、全光電変換部について電荷の蓄積が成される。

【0077】読み出し状態になると転送MOSTランジスタ3あるいは53下の障壁をなくし、フォトゲート2や52の下の電子をFD部21へ完全に転送させる様に制御パルス ϕ_{PG0} 、 ϕ_{PGe} 、制御パルス ϕ_{TX0} 、 ϕ_{TXe} を設定する。

【0078】(第2の出力モード動作)図18のタイミングチャートを用いて撮像素子の読み出し動作を説明す

る。このタイミングチャートは、2つの光電変換部を独立に出力する第2の出力モードの場合であって、焦点検出用画像の読み出しに用いる。

【0079】 先ず、水平走査部16からのタイミング出力によって、制御パルス ϕ_L をハイとして水平出力線を基準電位点 V_{SS} に落としてリセットする。また、制御パルス ϕ_{R_0} 、 $\phi_{PG_{00}}$ 、 ϕ_{PGe_0} をハイとし、リセット用MOSトランジスタ4をオンとし、フォトゲート2の一層目ポリSi19をハイとしておく。

【0080】 時刻 T_0 において、制御パルス ϕ_{S_0} をハイとし、選択スイッチMOSトランジスタ6をオンさせ、受光部30-11を選択する。次に制御パルス ϕ_{R_0} をローとし、FD領域21のリセットを止め、FD領域21をフローティング状態とし、ソースフォロワンプMOSトランジスタ5のゲート・ソース間をスルーとした後、時刻 T_1 において制御パルス ϕ_{T_N} をハイとし、FD領域21の暗電圧をソースフォロワ動作で蓄積容量 $C_{TN}10$ に出力させる。

【0081】 次に、第1光電変換部の光電変換出力を行うため、第1光電変換部の制御パルス $\phi_{TX_{00}}$ をハイとして転送スイッチMOSトランジスタ3を導通した後、時刻 T_2 において制御パルス $\phi_{PG_{00}}$ をローとして下げる。この時フォトゲート2の下に拡がっていたポテンシャル井戸を上げて、光発生キャリアをFD領域21に完全転送させるような電圧関係が好ましい。

【0082】 時刻 T_2 でフォトダイオードの光電変換部1からの電荷がFD領域21に転送されることにより、FD領域21の電位が光に応じて変化することになる。この時ソースフォロワンプMOSトランジスタ5がフローティング状態であるので、FD領域21の電位を時刻 T_3 において制御パルス ϕ_{T_S} をハイとして蓄積容量 $C_{TS}11$ に出力する。この時点で第1光電変換部の暗出力と光出力はそれぞれ蓄積容量 $C_{TN}10$ と $C_{TS}11$ に蓄積されており、時刻 T_4 の制御パルス ϕ_{HC} を一時ハイとして垂直出力線リセットMOSトランジスタ13と5を導通して垂直出力線をリセットし、垂直転送期間において垂直走査部15の走査タイミング信号により垂直信号線にMOSスイッチ12、54をオンして、画素の暗出力と光出力を出力させる。蓄積容量 $C_{TN}10$ と $C_{TS}11$ の出力は、差動増幅器14によって、差動出力 V_{OUT} を取れば、画素のランダムノイズ、固定パターンノイズを除去したS/Nの良い画像信号が得られる。

【0083】 なお、受光部30-12の光電荷は、受光部30-11と同時に夫々の蓄積容量 C_{TN} と C_{TS} に蓄積されるが、その読み出しは垂直走査部15からのタイミングパルスを1受光部分遅らせて、垂直出力線に読み出して差動増幅器14から出力される。この走査を繰り返して、時系列に異なる時間にそれぞれの光電変換部に応じた画像信号を得ることができる。1受光部分のタイミングパルスの差であるので、両者の蓄積時間は実質的に

同一とみなせる。

【0084】 次に、蓄積容量 $C_{TS}11$ に明出力を出力した後、制御パルス ϕ_{R_0} をハイとして、リセット用MOSトランジスタ4を導通しFD領域21を電源 V_{DD} にリセットする。

【0085】 第1光電変換部の垂直転送が終了した後、第2光電変換部の読み出しを行う。第2光電変換部の読み出しは、制御パルス ϕ_{R_0} をローとし、FD領域21のリセットを止め、FD領域21をフローティング状態とし、ソースフォロワンプMOSトランジスタ5のゲート・ソース間をスルーとした後、時刻 T_5 において制御パルス ϕ_{T_N} をハイとし、FD領域21の暗電圧をソースフォロワ動作で蓄積容量 $C_{TN}10$ に出力させる。

【0086】 第2光電変換部の光電変換出力を行うため、第2光電変換部の制御パルス $\phi_{TX_{e_0}}$ をハイとして転送スイッチMOSトランジスタ53を導通した後、時刻 T_6 において制御パルス ϕ_{PGe_0} をローとして下げる。

【0087】 時刻 T_6 でフォトダイオードの光電変換部2からの電荷がFD領域21に転送されることにより、FD領域21の電位が光に応じて変化することになる。この時ソースフォロワンプMOSトランジスタ5がフローティング状態であるので、FD領域21の電位を時刻 T_7 において制御パルス ϕ_{T_S} をハイとして蓄積容量 $C_{TS}11$ に出力する。この時点で第2光電変換部の暗出力と光出力はそれぞれ蓄積容量 $C_{TN}10$ と $C_{TS}11$ に蓄積されており、時刻 T_8 の制御パルス ϕ_{HC} を一時ハイとして垂直出力線リセットMOSトランジスタ13と5を導通して垂直出力線をリセットし、垂直転送期間において垂直走査部15の走査タイミング信号により垂直出力線に画素の暗出力と光出力を出力させる。この時、蓄積容量 $C_{TN}10$ と $C_{TS}11$ の差動増幅器14によって、差動出力 V_{OUT} を得る。

【0088】 以上の駆動により、第1、第2光電変換部の読み出しが夫々独立に行える。

【0089】 この後、水平走査部16を走査させ、同様に読み出し動作を行えば、1フレーム分の全光電変換部の独立出力が得られる。即ち、次の列の場合は、まず制御パルス ϕ_{S_1} をハイとし、次に ϕ_{R_1} をローとし、続いて制御パルス ϕ_{T_N} 、 $\phi_{TX_{01}}$ をハイとし、制御パルス $\phi_{PG_{01}}$ をロー、制御パルス ϕ_{T_S} をハイ、制御パルス ϕ_{HC} を一時ハイとして受光部30-21、30-22の第1光電変換部の信号を読み出す。続いて、制御パルス $\phi_{TX_{e_1}}$ 、 ϕ_{PGe_1} および上記と同様に制御パルスを印加して、受光部30-21、30-22の第2光電変換部の信号を読み出す。

【0090】 1画素の2つの光電変換部にそれぞれソースフォロワを設けず、2つの光電変換部に1つのソースフォロワを設けたことにより、ソースフォロワンプMOSトランジスタ5、選択スイッチMOSトランジスタ

6、リセットMOSトランジスタ4を従来の半分にすることができ、これにより、画素の光電変換部の開口率が向上し、画素の集積化による微細化が実現でき、焦点検出のために利用することが極めて容易となる。また、FD領域21を2つの光電変換部で共有化させることにより、ソースフォロワンプMOSトランジスタ5のゲート部分の容量を増やさず済むため、感度の低下を防ぐことができる。

【0091】(第1の出力モード動作)次に、第1および第2の光電変換部の信号をFD領域21において加算することにより、対物レンズの全瞳からの光束に基づく信号を出力する第1の出力モードについて説明する。この動作モードは通常の撮像素子での画像出力に相当する。

【0092】第1および第2の光電変換部の信号を加算する場合のタイミングチャートを図17に示す。非加算モードの図18では制御パルス ϕ_{TX0} と制御パルス ϕ_{TXe} 、制御パルス ϕ_{PG0} と制御パルス ϕ_{PGe} のタイミングをずらしていたが、この第1の出力モードによる加算の場合は同じタイミングとする。即ち、受光部30-11の第1光電変換部と第2光電変換部とから同時に読み出すために、まず制御パルス ϕ_{TN} をハイとして水平出力線からノイズ成分を読み出し、制御パルス ϕ_{TX0} と制御パルス ϕ_{TXe} を、および制御パルス ϕ_{PG0} と制御パルス ϕ_{PGe} を、夫々同時にハイ、ローとして、FD領域21に転送する。これにより、同時刻に上下2つの光電変換部の信号をFD領域21で加算することが可能となる。画素レベルでの信号の加算であるため、アンプノイズの影響を受けず、信号読み出し後の加算では得られない高S/Nの画像となる。

【0093】以上のように、図18のタイミングによる読み出しによれば撮影レンズの焦点検出を行うための焦点検出用画像を、図19のタイミングによれば全光束を用いた通常の画像を出力することができる。すなわち、撮像レンズの射出瞳全体からの光束による光電変換出力を行う第1の出力モードと、撮像レンズの射出瞳の一部からの光束による光電変換出力を行う第2の出力モードとを切り替え可能である。

【0094】第1の出力モードによれば、不自然な像のボケが生じることはなく、元々撮像光学系の瞳の全光束を使った画像を得るように設計された撮像素子で得られる画像と同レベルのS/N的に優れた高品位画像を得ることができる。

【0095】(焦点検出信号処理)さて、焦点検出のための信号処理について説明する。図20は図4に示した焦点検出領域61の拡大図である。他の焦点検出領域62、63、64、65、66、67も同様の構造である。図21から図28は図15によって説明したインターフェイス部108から出力された画像のデジタル信号を表す検出特性グラフ図である。

【0096】図20に示すように、焦点検出領域61は12個の受光部で構成された画素列を2組備えている。画素列82は受光部80-1、80-2、…、80-12で構成され、画素列83は受光部81-1、81-2、…、81-12で構成されている。エリアセンサ部102のカラーフィルターはベイヤー配列をなしているため、各画素列には2種類のカラーフィルターが交互に配列されることになる。そこで、焦点検出のために、各画素列をカラーフィルターの種類で分類し、さらに、それぞれから、第1光電変換部からの信号と第2光電変換部からの信号とからなる1対の画像信号を生成する。したがって、焦点検出領域61からは画素列82のG1、G2、R1、R2、画素列83のG1、G2、B1、B2というそれぞれ全部で4対の画像信号ができる。なお、前述のように一つの焦点検出領域については実質的に一律の蓄積時間とする。

【0097】図21から図24はこの4対の画像信号を示している。

【0098】図21は画素列82のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部80-1、80-3、…、80-11からの画像信号で、84はG1で示した第1光電変換部の信号、85はG2で示した第2光電変換部の信号である。

【0099】図22は画素列83のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部81-2、81-4、…、81-12からの画像信号で、86はG1で示した第1光電変換部の信号、87はG2で示した第2光電変換部の信号である。

【0100】図23は画素列82のうち赤色カラーフィルターを備えた受光部80-2、80-4、…、80-12からの画像信号で、88はR1で示した第1光電変換部の信号、89はR2で示した第2光電変換部の信号である。

【0101】図24は画素列83のうち青色カラーフィルターを備えた受光部81-1、81-3、…、81-11からの画像信号で、90はB1で示した第1光電変換部の信号、91はB2で示した第2光電変換部の信号である。

【0102】これらは、撮像光学系24によって焦点検出領域61上に成された物体像が、オレンジ色と黄色の濃淡である場合の例で、図21と図22に示した緑色のコントラストが高く、図23に示した赤色は低コントラストであるものの強度は強く、さらに、図24に示した青色はコントラストも強度も低くなっている。図は物体像がデフォーカスした状態を示し、矢印A、Bで示すように第1光電変換部の信号と第2の光電変換部の信号とは位相がシフトしていることが分かる。

【0103】また、図25から図28は物体像にピントがあった状態での信号であり、図21から図24に示した撮像光学系24の第2群grp2の移動によって、そ

れぞれ変化する様子を表している。

【0104】図25は画素列82のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部80-1, 80-3, ..., 80-11からの画像信号で、184はG1で示した第1光電変換部の信号、185はG2で示した第2光電変換部の信号である。

【0105】図26は画素列83のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部81-2, 81-4, ..., 81-12からの画像信号で、186はG1で示した第1光電変換部の信号、187はG2で示した第2光電変換部の信号である。

【0106】図27は画素列82のうち赤色カラーフィルターを備えた受光部80-2, 80-4, ..., 80-12からの画像信号で、188はR1で示した第1光電変換部の信号、189はR2で示した第2光電変換部の信号である。

【0107】図28は画素列83のうち青色カラーフィ

$$V(m) = \sum (|a(i) - b(i+1-m)| - |a(i+1) - b(i-m)| \dots (1)$$

となり、2像のずれ量が最も小さいとき、即ち一致した

$$V(m) = \sum (|a(i) - b(i+1-m)|^P - |a(i+1) - b(i-m)|^P \dots (2)$$

として求めてもよい。ただし、Pは正数とする定数である。また、相関量V(m)は、min(x,y), max(x,y)を2

$$V(m) = \sum [\min\{a(i), b(i+1-m)\} - \min\{a(i+1), b(i-m)\}] \dots (3)$$

$$V(m) = \sum [\max\{a(i), b(i+1-m)\} - \max\{a(i+1), b(i-m)\}] \dots (4)$$

を用いてもよい。この演算によって、位相シフト量を検出し、結像レンズの結像状態を検出することが可能となる。

【0110】続いて、デフォーカス量を求め、得られたデフォーカス量を結像光学系24の第2群grp2を駆動すべき量に換算すれば、自動焦点調節が可能である。レンズの駆動量をあらかじめ知ることができるので、通常、合焦位置までのレンズ駆動はほぼ一回のみで済み、極めて高速な焦点調節が実現できる。

【0111】また、ここでは色分解した信号を用いたが、色分解しない場合はこれらを足しあわせた信号を得ることに相当するために、低コントラストになりやすく、この結果、検出不能状態に陥りやすい。これに対して、色分解した信号を用いれば、ここに示したようにRGBすべての信号に高いコントラストが現れるとは限らないが、逆にRGBの何れかには高コントラストな信号が得られ、ほとんどの場合焦点検出が可能となる。

【0112】なお、撮像素子100には光学ローパスフィルターLPFを通過した物体像が入射しているものの、光学系の特性上、焦点検出系のナイキスト周波数 $\nu_n = 1/(2 \times 2P)$ を上回る高周波成分を全く取り込まないわけではない。したがって、物体のパターンによっては物体像の位相が信号の位相に反映されず、焦点検出結果には若干の誤差が含まれることがある。

【0113】像の位相差がない場合には、一対の信号に均等に位相エラーが乗るため、この現象が生じても焦点

ルターを備えた受光部81-1, 81-3, ..., 81-11からの画像信号で、190はB1で示した第1光電変換部の信号、191はB2で示した第2光電変換部の信号である。

【0108】物体にピントがあった状態では、第1光電変換部の信号と第2光電変換部の信号とは位相が一致する。したがって、一対の信号の同一性を判定することで合焦検知を行うことができる。さらには、相関演算を用いた公知の手法(例えば、特公平5-88445号公報)を用いて、位相シフト量を検出することにより、デフォーカス量を求めることができる。

【0109】ここで、光電変換された2像の信号処理方法について説明する。上記相関演算は、例えば、第1, 第2光電変換部の光電変換素子数をそれぞれNとし、光電変換素子の出力をそれぞれa(i), b(i) (i = 1~N)としたとき、相互の相関量V(m)は、

とき最小値をとる。また、相関量V(m)としては、

実数x, yのうちの小さなもの、もしくは大なるものとするれば、

$$V(m) = \sum [\min\{a(i), b(i+1-m)\} - \min\{a(i+1), b(i-m)\}] \dots (3)$$

$$V(m) = \sum [\max\{a(i), b(i+1-m)\} - \max\{a(i+1), b(i-m)\}] \dots (4)$$

検出誤差にはならない。すなわち、図25、図26にあるような信号では、合焦判定に誤差は生じないが、図21、図22にあるような信号では、デフォーカス量検出に誤差が生じるということになる。

【0114】しかし、このデフォーカス量検出の誤差は、図20乃至図22より分かるように、信号84, 85に対して信号86, 87は物体像のサンプリング位置が半ピッチずれているため、信号84, 85から算出された焦点検出結果と、信号86, 87から算出された焦点検出結果を平均して最終的な焦点検出結果を得ることで、焦点検出誤差を低減することができ、上記の不具合を解決することができる。

【0115】同様に、信号88, 89に対して信号90, 91は物体像のサンプリング位置が半ピッチずれているため、信号88, 89から算出された焦点検出結果と、信号90, 91から算出された焦点検出結果を平均して最終的な焦点検出結果を得ることで、焦点検出誤差を低減することができる。この場合には赤色と青色に注目した焦点検出結果を平均することになり、結果的に撮像光学系24の色収差をも平均することになって好ましい。

【0116】また、信号84, 85から算出された焦点検出結果、信号86, 87から算出された焦点検出結果、信号88, 89から算出された焦点検出結果、信号90, 91から算出された焦点検出結果のうち、信頼性が高いものだけを選択して平均すれば、より高い焦点検

出精度を得ることが可能である。例えば、図23や図24の場合のように低コントラストな信号では、その焦点検出結果を焦点調節に用いないようにすればよい。

【0117】(デフォーカスの対応処理) 以上は、第1光電変換部の信号と第2光電変換部の信号とは位相のみがシフトした関係にあることを前提に説明してきた。この前提が成り立つのは、比較的デフォーカス量が小さい場合である。次に、大デフォーカスへの対応について説明する。

【0118】図2に示した撮像装置において、絞りSTには204から208で示した5つの開口が設けられ、開口204、205、206は撮像のための開口、開口207と208は大デフォーカス検出用開口である。撮像時は、撮影する物体の輝度に応じて自動的に開口204、205、206のうちの一つが選択される。あるいは、使用者が任意に開口204、205、206のうちの一つを選択するようにしても良い。開口の大きさを小さくするにしたがって、すなわち、開口204よりも開口205を、開口205よりも開口206を選択すると、被写界側でビントが合う範囲が深くなるとともに、電子シャッターによる電荷蓄積時間は長くなる。

【0119】撮像素子100上に設けられたマイクロレンズは、撮像素子100の各受光部を撮像光学系24の射出瞳に投影するが、撮像素子100の各受光部に入射する光量と絞りSTの開度との関係を線形にするために、そのパワーは各受光部の投影像が、撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるように設定してある。すなわち、絞りST上で受光部の投影像と開口とを比較すると、受光部の投影像は、最も大きい開口204よりもさらに大きい。こうすれば、撮像素子100への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例し、被写体輝度、撮像素子100の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で、絞り値とシャッター速度を算出することができる。つまり、入射光量が絞りの開口面積に比例するようになり、APEX方式の演算が成り立つ。

【0120】先に図12を用いて説明したように、開口204、205、206の何れを用いて撮像した場合でも、形成された画像は、円を2分割した半光束によるものとなる。一般に、物体像は点像と物体の輝度パターンとのコンボルーションで与えられるが、物体像のデフォーカス量が大きくなると、点像には射出瞳の形が現れてくる。この結果、画像には円を2分割した形のボケが重畳することになる。

【0121】一対の焦点検出用画像の形成が、平行移動で重なる形状の一対の射出瞳を介して成されていれば、個々の瞳形状がどういふものであっても、第1光電変換部の信号と第2光電変換部の信号の関係は位相のみがシフトしたものになる。ところが、図12に示したように、この撮像装置の場合、射出瞳上の第一の領域211

と第二の領域212の形状は互いに裏返しの関係であって、平行移動で重なるわけではない。したがって、画像に重畳するボケ形状も同様に裏返しの関係になり、第1光電変換部の信号と、第2光電変換部の信号は、形状を異ならせながら位相がシフトしたものになってしまう。大デフォーカス時には画像の位相差検出がうまく行かず、デフォーカス量検出誤差は大きい。

【0122】また、大デフォーカス時にデフォーカス量検出誤差を大きくする他の要因として、マイクロレンズの製造誤差が挙げられる。前述のように、マイクロレンズは受光部を撮像光学系の射出瞳に投影している。仮に、この投影位置が画素でバラバラであると、デフォーカス時の位相シフト量が画素毎に異なることになってしまう。この影響はデフォーカス量が大きいほど深刻である。しかしながら、マイクロレンズは非常に微細であるため、実際にはある程度の製造ばらつきを許容せざるを得ない。

【0123】そこで、大デフォーカス検出時には、大デフォーカス検出用である絞りSTの開口207と208を用いる。この場合、射出瞳の分割の様子は図29のようになる。図29において、213、214は絞り開口207、208を後方レンズ群202を通して見た虚像であって、開口207と208によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

【0124】第三の領域213は第一の領域211に含まれ、第四の領域214は第二の領域212に含まれ、したがって、開口207と208が射出瞳の形状を決めることになる。第1光電変換部へは開口207を通過した光束が入射し、第2光電変換部へは、開口208を通過した光束が入射する。

【0125】第一の領域211と第二の領域212はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けるが、第三の領域213と第四の領域214はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けない。したがって、マイクロレンズの製造誤差があっても、画素毎に第一の領域211と第二の領域212の位置が揺らいでいたとしても、開口207と208を使えば、揺らぎがなく、確定した第三の領域213と第四の領域214を得ることができる。

【0126】ここで、開口207と208を例えば楕円や円とすれば、平行移動で重なる同一の形状であるために、第1光電変換部の信号と第2光電変換部の信号の関係は完全に位相のみがシフトしたものとなる。しかも、マイクロレンズの製造誤差の影響を受けない。したがって、大デフォーカスであっても、デフォーカス量の検出誤差を極めて小さく抑えることが可能である。また、開口207と208の重心の入射高さを、開放絞り径の0.7倍程度に選べば、一般的な球面収差特性を有する撮像光学系について、最良解像までのデフォーカス量を収差レベルで正確に検出することができる。

【0127】なお、撮像光学系24の第2群grp2と第4群grp4が光軸方向に動いて、ズーム動作が行われると、一般には開放Fナンバーが変化するが、開放絞りに対する開口207と208の重心位置の関係は、一定の比率を維持するので、開口207と208の重心の入射高さは、ズーム位置に関わらず常に開放絞り径の0.7倍程度になって都合がよい。

【0128】被写体の物体にピントがあっている可能性が低い初回の焦点調節動作時には、先ず開口207と208を使用して、仮に大デフォーカスであっても、これに対応できる焦点調節と物体観察用のモニター表示を行い、これに続く2回目以降の焦点調節動作では開口204、205、206の何れかをを用いて残る焦点調節とモニター表示を行うとともに、続く撮像に備えるように撮像装置のシーケンスを構成すると良い。

【0129】この撮像装置では、撮像光学系のデフォーカス量を検出するための専用の焦点検出装置を必要としないので、光路分割のためのミラーやプリズムが要らない。したがって、撮像系を小型化することができる。

【0130】[第2の実施形態]図30は本発明による第2の実施形態の撮像装置を示す図である。図において、ST1は第1絞り、ST2は第1絞りST1と同軸に回転する第2絞りである。第1絞りST1は、第1実施形態として図28に示した絞りSTから大デフォーカス検出用開口207、208を除いたものである。第1絞りST1と第2絞りST2は隣接して配置されている。第1絞りST1と第2絞りST2は不図示のモーターの駆動力によって、選択的にそれぞれ3つおよび4つのポジションをとる。

【0131】図30において、201は撮像光学系24のうち、絞りST1、2よりも物体側にある第1群(grp1)と第2群(grp2)とをまとめて示した前方レンズ群、202は撮像光学系24のうち、絞りST1、2よりも像面側にある第3群(grp3)、第4群(grp4)、光学ローパスフィルターLPFをまとめて示した後方レンズ群である。絞りST1、ST2の開口を通過した光束によって撮像素子100上に物体像を形成する。絞りST1、ST2は軸L2を中心にして個別に回転し、不図示のモーターの駆動力によって、所定角度毎に位置する選択的に選択できる3つ及び4つのポジションをとる。

【0132】第2絞りST2には、220から227で示した7つの開口が設けられ、開口227は撮像のための開口、開口220と221、222と223、224と225は対として、大デフォーカス検出用開口である。開口227は第1絞りST1で光束を制限するとき用い、撮像時は、第2絞りの開口227が設定されると同時に、撮影する物体の輝度に応じて第1絞りの開口のうちの一つが自動的に選択される。あるいは、使用者が一つを任意に選択するようにしても良い。

【0133】撮像素子100上に設けられたマイクロレンズは撮像素子の各受光部を撮像光学系24の射出瞳に投影するが、撮像素子100の各受光部に入射する光量と第1絞りST1の開度との関係を線形にするために、そのパワーは各受光部の投影像が撮像光学系の絞り開放時の射出瞳よりも大きくなるように設定してある。すなわち、絞りST上で受光部の投影像と開口とを比較すると、受光部の投影像は最も大きい第1絞りの開口よりもさらに大きい。こうすれば、撮像素子への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例し、被写体輝度、撮像素子の感度が与えられたときに、フィルムカメラと同様の手法で絞り値とシャッター速度を算出することができる。つまり、入射光量が絞りの開口面積に比例するようになり、APEX方式の演算が成り立つ。

【0134】大デフォーカスを検出する時には、第2絞りST2の開口220と221、222と223、224と225の何れかの組と、第2絞りST2の開口で光束が決まることを保証するために第1絞りST1の最大の開口を用いる。

【0135】開口220と221を用いた場合、射出瞳の分割の様子は第1実施形態と同様に図30のようになる。先にも説明したように、図において、213、214は絞り開口207、208に代えて第2絞りの開口220と221を後方レンズ群202を通して見た虚像であって、開口220と221によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

【0136】第三の領域213は第一の領域220に含まれ、第四の領域214は第二の領域221に含まれ、したがって、開口220と221が射出瞳の形状を決めることになる。第1光電変換部へは開口220を通過した光束が入射し、第2光電変換部へは開口221を通過した光束が入射する。

【0137】第一の領域220と第二の領域221はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けるが、第三の領域213と第四の領域214はマイクロレンズによる瞳投影精度の影響を受けない。したがって、マイクロレンズの製造誤差があっても画素毎に第一の領域220と第二の領域221の位置が揺らいでいたとしても、開口220と221を使えば、確定した第三の領域213と第四の領域214を得ることができる。

【0138】ここで開口220と221の形状を、例えば楕円や円とすれば、平行移動で重なる同一の形状であるために、第1光電変換部の信号と第2光電変換部の信号の関係は完全に位相のみがシフトしたものとなる。しかも、マイクロレンズの製造誤差の影響を受けない。したがって、大デフォーカスであってもデフォーカス量の検出誤差を極めて小さく抑えることが可能である。

【0139】以上のように、開口220と221を用いることで、大デフォーカスの検出が可能となった。ところで、一般に、撮影レンズの最短撮影距離D[m]は、

撮影画角 θ [°] の関数として、式 (1) のようにすると実用上便利である。

【0140】

$$D = 0.2 / \tan (\theta / 2) \quad \cdots \cdots (1)$$

このように最短撮影距離を規定した場合、最短撮影距離に撮影レンズの繰り出しを設定して、無限遠にある物体を捉えたときのデフォーカス量はおおよそ撮影レンズの焦点距離の2乗に比例する。したがって、撮影レンズの焦点距離が非常に長い超望遠レンズを用いたときや、ズームの望遠側を選んだときには、極めて大きなデフォーカスが生じることがあり、第1光電変換部の信号と第2光電変換部の信号の位相のシフトが大きすぎて、信号の共通範囲が無くなってしまうこともあり得る。このような場合には、当然、位相差の検出はできない。

【0141】図31はこのような事態に対応すべく、単位デフォーカスで生じる位相シフト量を小さくする方向に機能する開口222、223を使用した場合の射出瞳の分割の様子である。図31において、230は第1絞りST1が開放状態の時の射出瞳、231は撮像素子100の第1光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第一の領域、232は撮像素子100の第2光電変換部に入射する光束が通過する射出瞳上の第二の領域である。233、234は絞り開口222、223を後方レンズ群202を通して見た虚像であって、開口222と223によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

【0142】第三の領域233は第一の領域231に含まれ、第四の領域234は第二の領域232に含まれる。したがって、開口222と223が射出瞳の形状を決めることになる。第1光電変換部へは開口222を通過した光束が入射し、第2光電変換部へは開口223を通過した光束が入射する。

【0143】開口220と221を用いたときに比べて、射出瞳上の第三の領域と第四の領域が狭いために、単位デフォーカスで生じる位相シフト量を小さくすることができる。さらに、開口224と225を用いれば、一層、単位デフォーカスで生じる位相シフト量を小さくすることが可能である。

【0144】図32は開口224、225を使用した場合の射出瞳の分割の様子である。図32において、235、236は図30に示す絞り開口224、225を後方レンズ群202を通して見た虚像であって、開口224と225によって形成された射出瞳上の第三の領域と第四の領域である。

【0145】第三の領域235は第一の領域231に含まれ、第四の領域236は第二の領域232に含まれる。したがって、開口222と223が射出瞳の形状を決めることになる。第1光電変換部へは開口224を通過した光束が入射し、第2光電変換部へは開口225を通過した光束が入射する。

【0146】超望遠レンズを用いたときや、ズームの望遠側を選んだときには、焦点検出等の制御回路は、物体にピン트가あっている可能性が極めて低い初回の焦点調節動作時に、先ず開口224と225を使用して、仮に極めて大きいデフォーカスであっても、これに対応できる焦点調節と物体観察用のモニター表示を行い、これに続く2回目の焦点調節動作では開口222、223、さらに、3回目の焦点調節動作では開口220、221といった具合に使用する開口を順次切り換える。

【0147】小デフォーカス量であることが明らかになったところで、制御回路は、第2絞りの開口227を設定すると同時に、撮影する物体の輝度に応じて第1絞りの開口のうちの一つを選んで、残る焦点調節とモニター表示を行い、続く撮像に備えるといったように撮像装置のシーケンスを構成すると良い。

【0148】

【発明の効果】以上説明したように、結像レンズと、該結像レンズの射出瞳の第一の領域からの光束の光電変換出力と、第二の領域からの光束の光電変換出力とを得る固体撮像素子と、前記撮影レンズに設けられ、前記第一の領域に含まれる第三の領域と、前記第二の領域に含まれる第四の領域について光を通過させ、該第三の領域と該第四の領域以外を遮光する遮光手段と、前記固体撮像素子の光電変換出力に基づいて前記結像レンズの結像状態を検出する演算手段とを備えたことにより、次の効果が得られた。

【0149】(1) 撮像素子への入射光量が絞りの開口面積におおよそ比例するように成した上で、大デフォーカスを検知することが可能な、撮像装置組込型の位相差検出方式焦点検出装置を提供することができた。

【0150】(2) マイクロレンズの製作誤差をある程度許容しつつ、大デフォーカスを検知することが可能になった。

【0151】(3) 光路分割のためのミラーやプリズムが要らないため、撮像系を小型化することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による撮像光学系の構成図である。

【図2】本発明による撮像装置の斜視図である。

【図3】本発明に用いる撮像素子100内のエリアセンサ部の回路構成図である。

【図4】本発明に用いる撮像領域と焦点検出領域の説明図である。

【図5】本発明に用いる受光部の断面図である。

【図6】本発明による画素とカラーフィルターの配置を示す平面図である。

【図7】本発明によるマイクロレンズと受光部との位置関係を示す平面図である。

【図8】本発明によるマイクロレンズを斜めから見た表面状態を表す図である。

【図9】本発明によるエリアセンサ部の断面図である。

【図10】(a), (b)は、第1光電変換部に入射する光束と、第2光電変換部に入射する光束を各々示した図である。

【図11】本発明による第2光電変換部に入射する光束を表す図である。

【図12】本発明による射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【図13】本発明による画素のピッチを説明するための図である。

【図14】本発明による撮像素子100のレスポンス特性を表す図である。

【図15】本発明による撮像素子100の周辺回路を含む内部構成を示したブロック図である。

【図16】本発明による出力位置指定コマンドを説明するための図である。

【図17】(a), (b), (c), (d)は電子シャッタ機能を説明する図で、(a)は垂直ライン順次で画素を読み出す場合の説明図、(b)は蓄積時間を実質的に同一とする場合のタイミングチャート、(c)は画面全体について電荷蓄積時間を短くする場合のタイミングチャート、(d)は2列目の信号レベルを他のラインとは異ならせた場合のタイミングチャートである。

【図18】本発明による第1および第2の光電変換部の信号を独立に読み出す場合のタイミングチャートである。

【図19】本発明による第1および第2の光電変換部の信号を加算する場合のタイミングチャートである。

【図20】本発明による焦点検出領域61の拡大図である。

【図21】本発明による画素列82のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部80-1, 80-3, ..., 80-11からの画像信号である。

【図22】本発明による画素列83のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部81-2, 81-4, ..., 81-12からの画像信号である。

【図23】本発明による画素列82のうち赤色カラーフィルターを備えた受光部80-2, 80-4, ..., 80-

12からの画像信号である。

【図24】本発明による画素列83のうち青色カラーフィルターを備えた受光部81-1, 81-3, ..., 81-11からの画像信号である。

【図25】本発明による画素列82のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部80-1, 80-3, ..., 80-11からの画像信号である。

【図26】本発明による画素列83のうち緑色カラーフィルターを備えた受光部81-2, 81-4, ..., 81-12からの画像信号である。

【図27】本発明による画素列82のうち赤色カラーフィルターを備えた受光部80-2, 80-4, ..., 80-12からの画像信号である。

【図28】本発明による画素列83のうち青色カラーフィルターを備えた受光部81-1, 81-3, ..., 81-11からの画像信号である。

【図29】本発明による大デフォーカス検出時の射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【図30】本発明による実施形態2の撮像装置の斜視図である。

【図31】本発明による大デフォーカス検出時の射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【図32】本発明による大デフォーカス検出時の射出瞳の分割の様子を表す説明図である。

【符号の説明】

24 撮像光学系

ST 絞り

207, 208 大デフォーカス検出用開口

100 撮像素子

23 マイクロレンズ

1, 51 MOSTランジスタゲートとゲート下の空乏層からなる第1、第2光電変換部

2, 52 フォトゲート

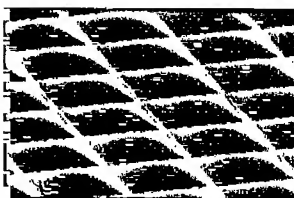
3, 53 転送スイッチMOSTランジスタ

210, 215, 216 射出瞳

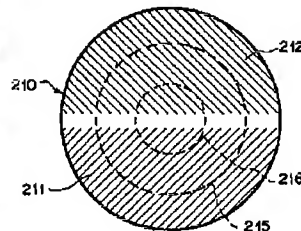
211, 212 射出瞳上の第一の領域と第二の領域

213, 214 射出瞳上の第三の領域と第四の領域

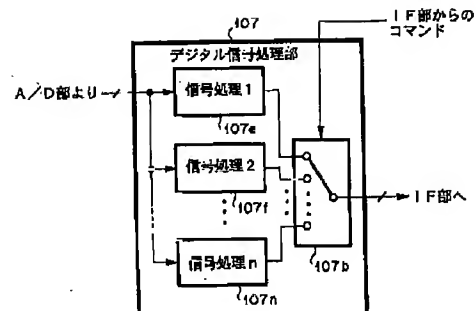
【図8】



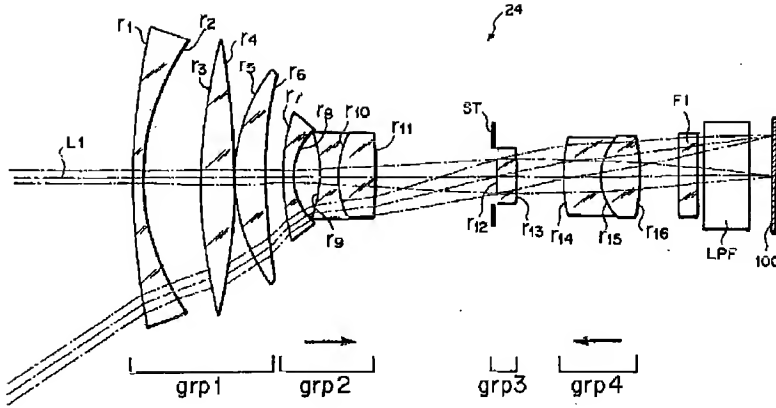
【図12】



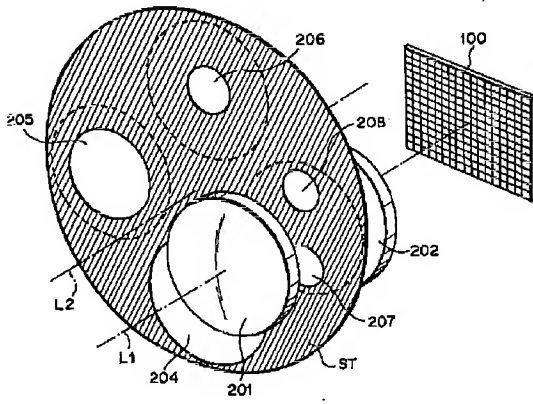
【図16】



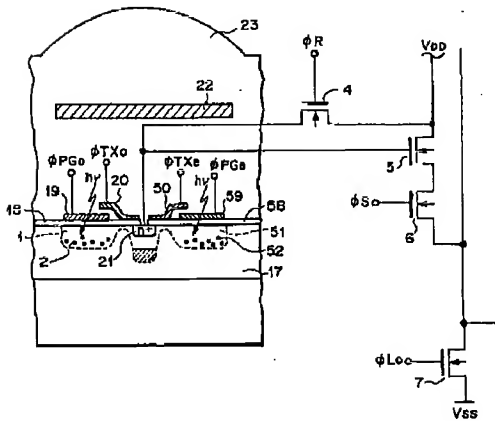
【図1】



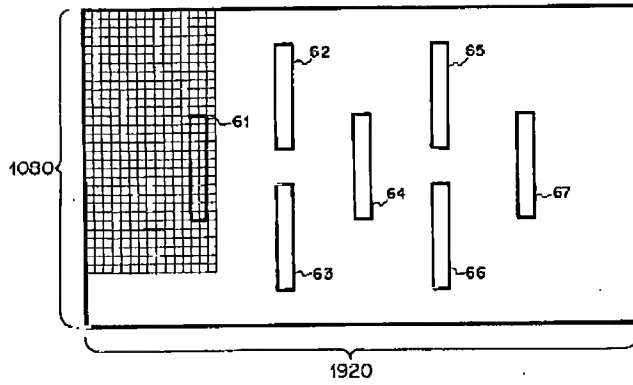
【図2】



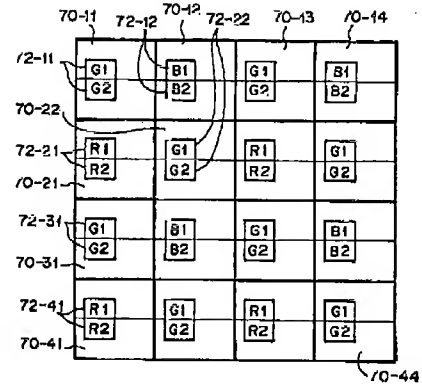
【図5】



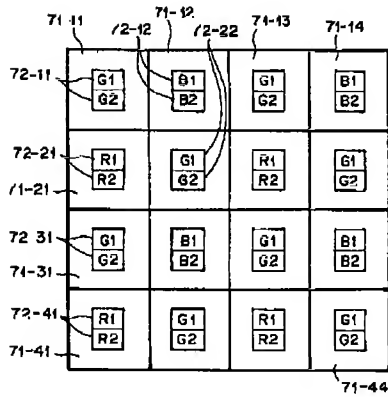
【圖4】



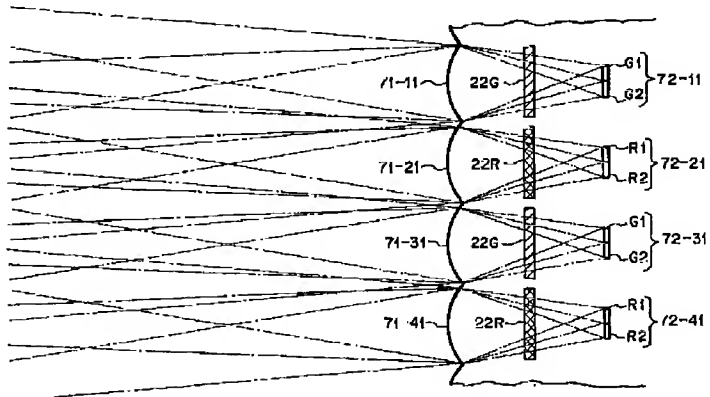
【圖6】



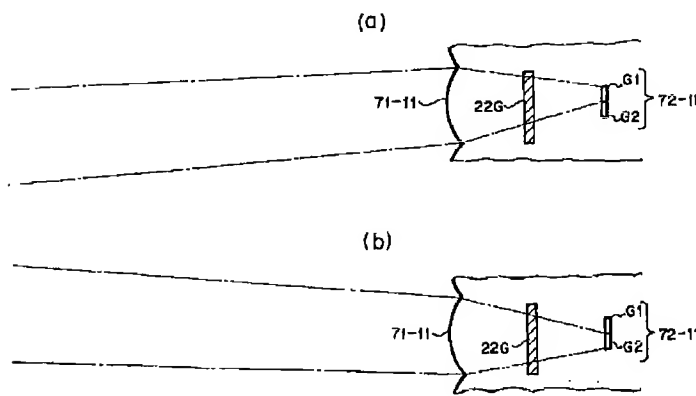
【圖7】



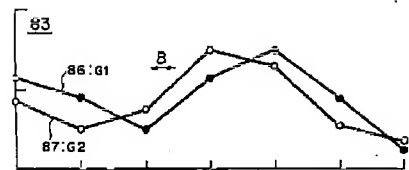
【圖9】



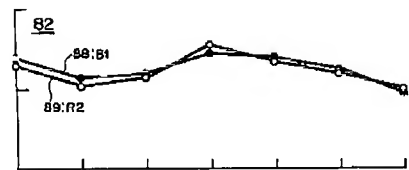
【圖10】



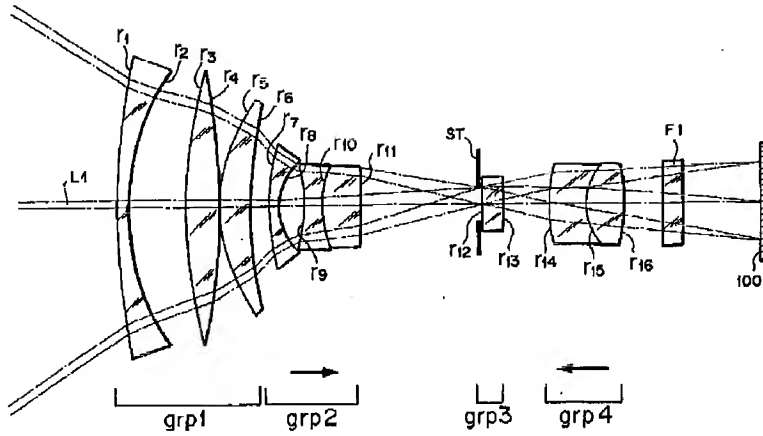
【圖22】



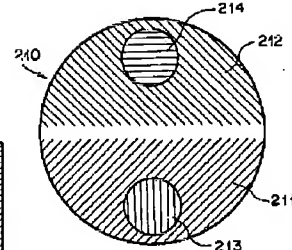
【圖23】



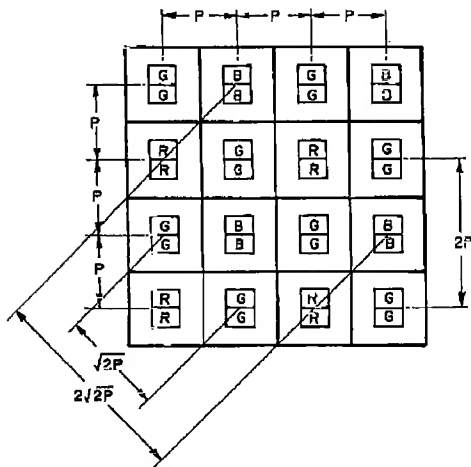
【図11】



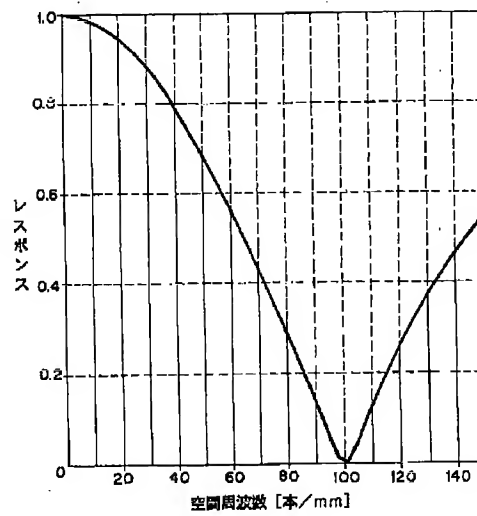
【図29】



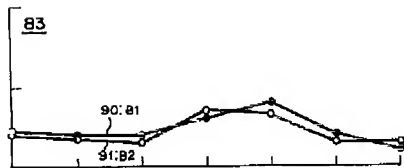
【図13】



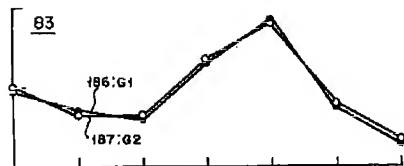
【図14】



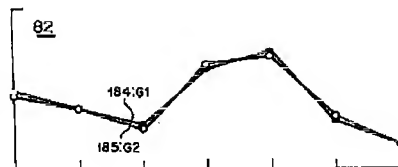
【図24】



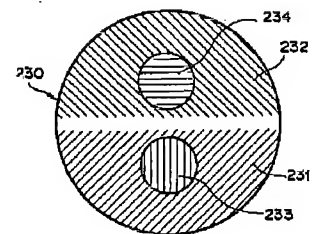
【図26】



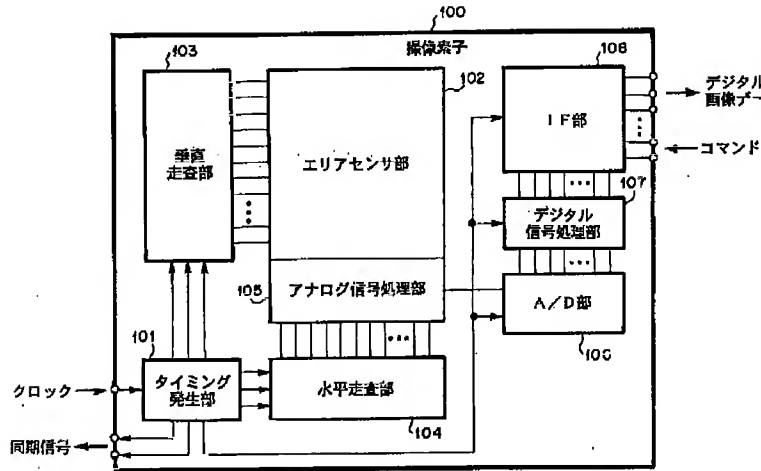
【図25】



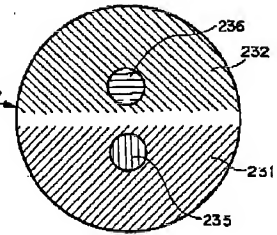
【図31】



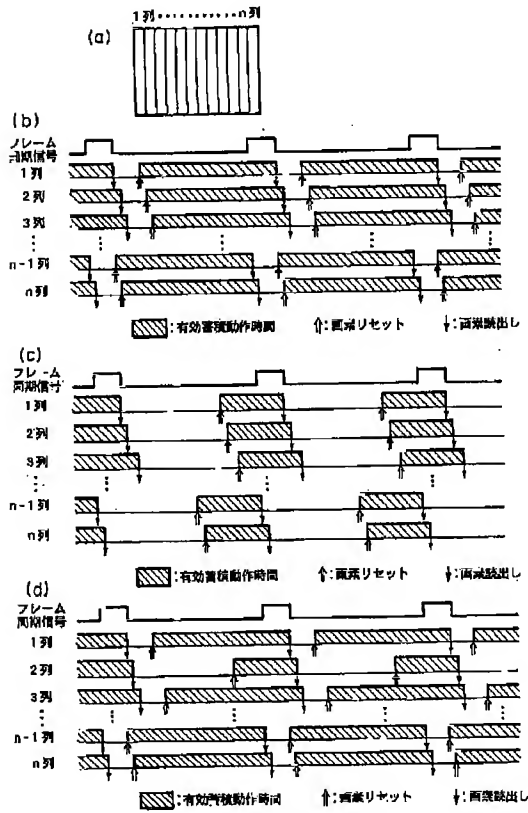
【図15】



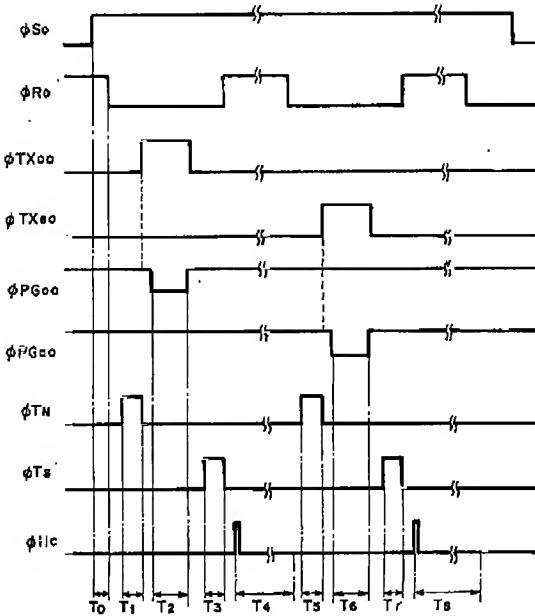
【図32】



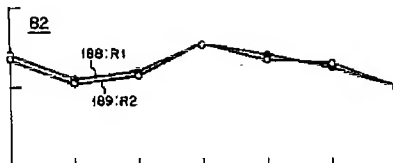
【図17】



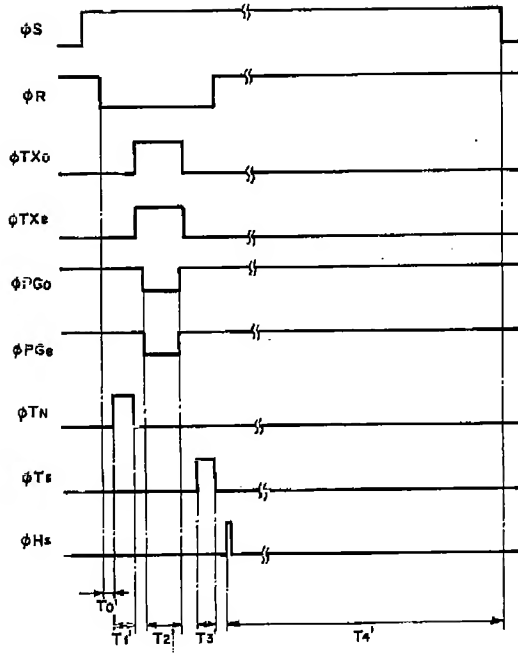
【図18】



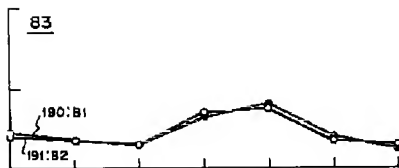
【図27】



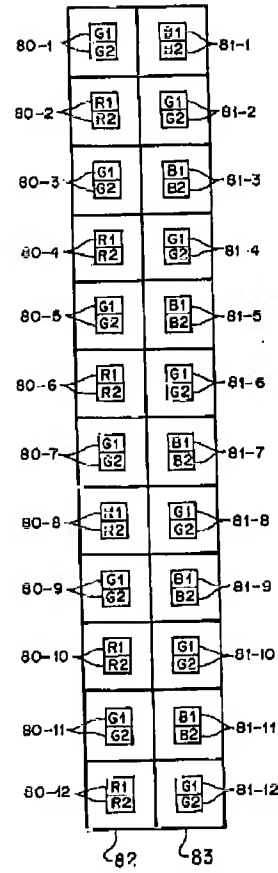
【図19】



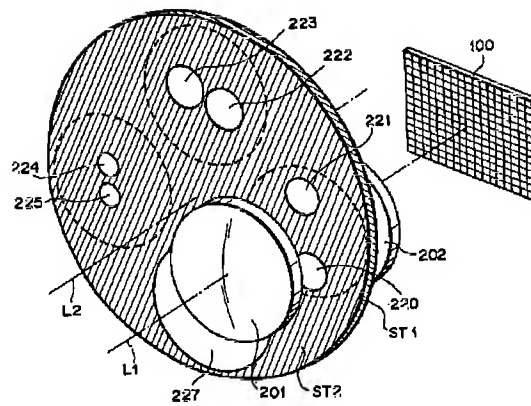
【図28】



【図20】



【図30】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F112 AB03 AB07 BA05 BA07 BA11
CA02 CA12 DA05 DA13 DA19
FA03 FA07 FA21 FA36
2H011 AA03 BA23 BB01 BB02 DA01
2H051 AA00 BA06 BA07 CB05 CB06
CB17 CB22 CB24 CB25 CE13
EB04
5C022 AA13 AB12 AB13 AB28 AB29
AB33 AB34 AC42 AC54 AC55
AC69 AC78 CA00